

2075

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 2 年 8 月 3 0 日

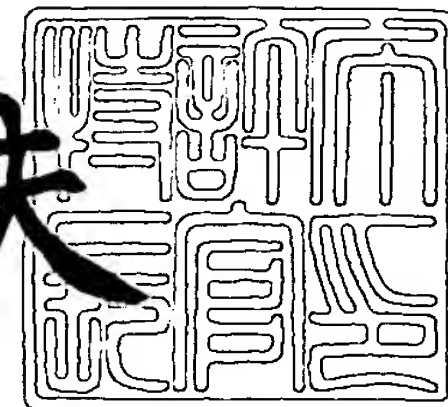
出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 2 - 2 5 2 3 5 1
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 2 5 2 3 5 1]

出 願 人
Applicant(s): N E C ト ー キ ン 株 式 会 社

2 0 0 3 年 7 月 3 1 日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 TK140810

【提出日】 平成14年 8月30日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01F 1/20

【発明者】

 【住所又は居所】 宮城県仙台市太白区郡山六丁目 7 番 1 号 エヌイーシー
 トーキン株式会社内

 【氏名】 吉田 栄吉

【発明者】

 【住所又は居所】 宮城県仙台市太白区郡山六丁目 7 番 1 号 エヌイーシー
 トーキン株式会社内

 【氏名】 安藤 慎輔

【発明者】

 【住所又は居所】 宮城県仙台市太白区郡山六丁目 7 番 1 号 エヌイーシー
 トーキン株式会社内

 【氏名】 小野 裕司

【特許出願人】

 【識別番号】 000134257

 【氏名又は名称】 エヌイーシートーキン株式会社

 【代表者】 羽田 祐一

 【電話番号】 022-308-0011

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 000848

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 磁気損失体及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 虚部透磁率 μ'' の周波数分散が、分散周波数領域の異なる少なくとも 2 つの分散要素からなり、高周波側の分散 D_1 が渦電流による分散であり、低周波側の分散 D_2 が磁気共鳴による分散であることを特徴とする磁気損失体。

【請求項 2】 虚部透磁率 μ'' の周波数分散が、分散周波数領域の異なる少なくとも 2 つの分散要素からなり、高周波側の分散 D_1 および低周波側の分散 D_2 が共に磁気共鳴による分散であることを特徴とする磁気損失体。

【請求項 3】 前記虚部透磁率 μ'' の分散 D_1 と D_2 の各々の最大値 $\mu''_{\max}(D_1)$ 及び $\mu''_{\max}(D_2)$ の関係が、 $\mu''_{\max}(D_2) \geq \mu''_{\max}(D_1)$ であることを特徴とする、請求項 1 または請求項 2 に記載の磁気損失体。

【請求項 4】 前記虚部透磁率 μ'' の分散 D_1 と D_2 の各々が最大値をとる周波数 $f_{r''_{\max}(D_1)}$ および $f_{r''_{\max}(D_2)}$ の差 $\Delta f_{r''} = f_{r''_{\max}(D_1)} - f_{r''_{\max}(D_2)}$ が、2 つの分散 D_1 と D_2 の半値幅 D_{150} および D_{250} に対して、 $\Delta f_{r''} \leq D_{150}$ あるいは $\Delta f_{r''} \leq D_{250}$ のいずれかが成り立つ関係にあることを特徴とする、請求項 1 または請求項 2 に記載の磁気損失体。

【請求項 5】 単一種の組成と単調な粒度分布を有する磁性金属粉末からなり、互いに異なる大きさの 2 つの異方性磁界を有することを特徴とする、請求項 2 に記載の磁気損失体。

【請求項 6】 磁性金属粉末と結合剤からなることを特徴とする、請求項 1 ないし請求項 5 のいずれかに記載の磁気損失体。

【請求項 7】 前記磁性金属粉末は、出発原料粉末が表皮厚さよりも大きな厚さまたは径を有する不定形状であり、該出発原料粉末の摩砕により得られる、表皮深さよりも大きな厚さまたは径を有する不定形状ないし扁平形状の粒子群と、表皮深さよりも小さな厚さまたは径を有する不定形状ないし扁平形状の粒子群とを含むことを特徴とする、請求項 6 に記載の磁気損失体。

【請求項 8】 前記表皮深さよりも大きな厚さまたは径を有する不定形状な

いし扁平形状の粒子群による虚部透磁率 μ'' の最大値を与える周波数 f_{r1} と、前記表皮深さよりも小さな厚さまたは径を有する不定形状ないし扁平形状の粒子群による虚部透磁率 μ'' の最大値を与える周波数 f_{r2} との間に、 $f_{r1} \geq f_{r2}$ なる関係を有することを特徴とする、請求項6または請求項7に記載の磁気損失体。

【請求項9】 表皮厚さよりも大きな厚さまたは径を有する不定形状の磁性金属粉末に、磨砕加工を施すことにより、表皮深さよりも大きな厚さまたは径を有する不定形状ないし扁平形状の粒子群と、表皮深さよりも小さな厚さまたは径を有する不定形状ないし扁平形状の粒子群からなる磁性金属粉末とする工程と、前記磨砕加工を施した磁性金属粉末と、高分子化合物を含む結合剤とを混合、混練して混和物とする工程と、前記混和物を成形する工程を含むことを特徴とする、請求項6ないし請求項8のいずれかに記載の磁気損失体の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、高周波での磁気損失特性に優れた磁性体に関し、詳しくは、高周波電子部品あるいは電子機器において問題となる不要輻射の抑制に有効な複素透磁率特性に優れた軟磁性体と、それを用いた磁気損失体と、その製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、高速動作する高集積な半導体素子の普及が著しい。その例として、ランダムアクセスメモリ（RAM）、リードオンリーメモリ（ROM）、マイクロプロセッサ（MPU）、中央演算処理素子（CPU）又は画像プロセッサ算術論理演算素子（IPALU）等の論理回路素子がある。これらの能動素子においては、演算速度や信号処理速度が日進月歩の勢いで高速化されており、高速電子回路を伝播する電気信号は、電圧、電流の大きな変動を伴うために、誘導性のノイズが発生し易く、高周波不要輻射源となっている。

【0003】

一方、電子部品や電子機器の軽量化、薄型化、小型化の流れも止まる事を知らぬが如く急速な勢いで進行している。それに伴い、半導体素子の集積度や、プリント配線基板への電子部品実装密度も極めて高くなっている。従って、過密に集積あるいは実装された電子素子や信号線が、互いに極めて接近することになり、前述した信号処理速度の高速化と併せて、高周波輻射ノイズが、より誘発されやすくなってきてきている。

【 0 0 0 4 】

近年のこのような電子集積素子あるいは配線基板においては、能動素子への電源供給ラインからの不要輻射の問題が指摘され、電源ラインにデカップリングコンデンサ等の集中定数部品を挿入する等の対策がなされている。しかしながら、高速化された電子集積素子あるいは配線基板においては、発生するノイズが高調波成分を含むために、信号の経路が分布定数的な振る舞いをするようになり、従来の集中定数回路を前提にしたノイズ対策が効を奏しない状況が生じていた。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、このような高速動作する半導体素子や電子回路などの不要輻射対策に有効な磁性材料を提供することを目的とするものである。より詳しくは、本発明は、広い周波数範囲に及ぶ高周波不要輻射に対して簡便且つ効果的に対処できる磁気損失体及びその製造方法を提供することを目的とする。

【 0 0 0 6 】

【課題を解決するための手段】

発明者らは、以前に高周波での磁気損失の大きな磁気損失体を発明し、これを不要輻射源の近傍に配置する事で、上記した半導体素子や電子回路などから発生する不要輻射を効果的に抑制する方法を見出している。このような磁気損失を利用した不要輻射減衰の作用機構については、最近の研究から、不要輻射源となっている電子回路に対して等価的な抵抗成分が付与されることによることが分かっている。

【 0 0 0 7 】

ここで、等価的な抵抗成分の大きさは、虚部透磁率 μ'' の大きさに依存し、ノ

イズ抑制効果が現われる周波数領域は、虚部透磁率 μ'' の周波数分散に依存する。したがって、より大きな不要輻射の減衰を得るためには、大きな μ'' と不要輻射の周波数に見合った μ'' の周波数分散が必要になってくる。

【0 0 0 8】

実際に種々の電子回路にて発生している不要輻射の周波数分布は、殆どの場合、広い範囲に及んでいるため、通常の磁性体にみられる磁気共鳴による急峻な μ'' の周波数分散では十分にカバーしきれず、また渦電流損失により発現する緩やかな透磁率分散では、 μ'' の大きさが十分ではなく大きなノイズ抑制効果が望めない。

【0 0 0 9】

以前に本発明者らは、広い周波数範囲の不要輻射に対応するために、必要な大きさの異方性磁界（H k）を広い周波数範囲にて与える軟磁性粉末を得るには、複数の互いに異なる大きさの異方性磁界（H k）を有する複数の磁性粉末を混合する方法や、単一種の組成を有する粉末にて、大きさの異なる2つの異方性磁界（H k）を有する磁性粉末を得る方法を見出し、広帯域な不要輻射に好適な磁気損失体を実現している。具体的に、特開平9-35927号公報には、2つのH kをもつ複合磁性体が、特開2001-210510号公報には、2つのH kを一つの粉末で実現した複合磁性体が開示されている。

【0 0 1 0】

このような高周波領域に磁気損失をもつ磁性体を伝送線路の直近に配置すると、伝送線路に周波数依存性をもつ等価抵抗がもたらされ、高周波電流の一部がジュール熱として消費されるので、その結果として伝導ノイズが減少し、不要輻射が抑制される。

【0 0 1 1】

磁気損失体を伝送線路の直近に配置して高周波ノイズを抑制する方法は、信号成分（低周波電流）とノイズ成分（高周波電流）を周波数領域で分離する方法のひとつであり、信号成分とノイズ成分が接近しつつある現状に対して、信号成分に影響を与えることなくノイズ成分を効果的に抑制することが強く求められてきた。

【0 0 1 2】

本発明者らは、かかる要求に応えるべく、磁気損失をもつ磁性体を伝送線路の直近に配設したときに、線路に抵抗成分が付加される現象を定量的に詳しく考察した結果、伝導ノイズに対する抑制効果の大きさが、虚部透磁率 μ'' と磁化深さ δ との積である虚数部パーミアンス $\mu'' \cdot \delta$ 、および周波数 f にほぼ比例することを見出した。したがって、虚部透磁率である虚部透磁率 μ'' の周波数分散が急峻に立ち上がり、その後、緩やかに減少するものであれば、特定のカットオフ周波数で急峻な等価抵抗変化をもたらす損失性の低域通過フィルタ特性が実現できると考え、本発明をなすに至った。

【0 0 1 3】

虚部透磁率 μ'' の分散が、急峻に立ち上がり、その後、緩やかに減少するプロファイルとなるためには、分散の広がり非対称性、すなわち低周波側の分散が小さく、高周波側の分散を大きくする必要があるが、ひとつの透磁率緩和機構でこれを実現するのは困難である。単一組成をもつひとつの磁性種、例えば一枚の磁性薄膜において、周波数軸上で非対称性を示す分散を示す事例として、はじめに（すなわち低周波側で）渦電流の環流による緩やかな分散が現われ、その後（すなわち高周波側で）に磁気共鳴による急峻な分散が現われ、その結果として μ'' の立ち上がりが緩やかで急激に減少するプロファイルを示す例が知られている。

【0 0 1 4】

このようなひとつの磁性種において観察されることのある渦電流と磁気共鳴の双方が関与する虚部透磁率のプロファイルは、本発明の目的とする急峻に立ち上がり、その後、緩やかに減少するプロファイルとは逆のものであり、ノイズ対策には好ましくない特性である。したがって、急峻に立ち上がり緩やかに減少するプロファイルを実現する為には、少なくとも2つの透磁率緩和機構がひとつの磁気損失体に存在する必要がある。

【0 0 1 5】

虚部透磁率 μ'' の周波数特性に2つの分散を得る方策には、以下に述べるように、いくつかの手段が考えられ、その一部は、特開平9-35927号公報、特

開 2 0 0 1 - 2 1 0 5 1 0 号公報などで開示されている。

【 0 0 1 6 】

第一の方法は、周波数分散領域の異なる 2 つの磁性粉末群を混合する方法である。第二の方法は、ひとつの出発原料から機械的な加工などによって周波数分散領域の異なる 2 つの磁性粉末群を得る方法である。第三の方法は、ひとつの粉末で 2 つの周波数分散を得る方法である。

【 0 0 1 7 】

はじめに第一の方法について述べる。磁性体に磁気損失をもたらす機構には、渦電流の環流による機構と、磁気共鳴（強磁性共鳴または自然共鳴とも呼ばれる）による機構がある。磁性体に発生する渦電流の程度は、磁性体の厚さ、電気抵抗、透磁率および周波数に依存する。

【 0 0 1 8 】

また、磁性体が金属のような電気抵抗の小さい粉末と高電気抵抗なポリマーのようなマトリックスからなる複合磁性体の場合には、磁性粉末の内部を環流する渦電流と複合磁性体全体を環流する渦電流の 2 つのモードがある。渦電流による虚部透磁率の分散は、いずれのモードでも周波数に対して緩やかに変化するプロファイルをもつ分散となる。

【 0 0 1 9 】

一方、磁気共鳴は磁性体の異方性磁界 H_k の大きさに強く依存し、磁気共鳴による虚部透磁率の分散は、異方性磁界 H_k の分散（異方性分散と呼ばれる）やスピンの制動力（ダンピング定数 α ）の大きさに依存して変化するが、一般に渦電流による分散に比べて急峻な虚部透磁率変化を与える。したがって、比較的低い周波数で磁気共鳴を与える磁性体（磁性粉末）と、比較的高い周波数で渦電流による透磁率の緩和が生じるような磁性体（磁性粉末）を適当な割合で混合することで、周波数の増加と共に急峻に立ち上がり、その後緩やかに減少する虚部透磁率の分散を得ることが出来る。

【 0 0 2 0 】

次に、第二の方法について述べる。先に述べた磁気共鳴が生じるためには、磁気共鳴のはじまる周波数までは渦電流が殆ど流れないことが前提になる。したが

って、同一組成で粒度分布の広い粉末において、渦電流環流の目安を与える表皮深さ (δs) が、磁気共鳴が予測される周波数よりも低い周波数領域で粒度分布の範囲内に存在するような場合には、粒子の大きさが表皮深さよりも大きい粉末群では磁気共鳴が現われるよりも低い周波数で渦電流による透磁率の緩和が生じる。

【0 0 2 1】

この磁性粉末の大きさと表皮深さの関係を利用することで、単一の組成をもつ粉末で本発明の目的とする急峻に立ち上がり、緩やかに減少する虚部透磁率の分散を得ることが可能になる。特に、出発原料粉末が比較的脆い金属磁性粉末である場合には、ボールミルのようなメディア攪拌型の粉砕機に投入すると比較的大きな粉末の一部が欠けて、それが細かい粉末となり、この細かい粉末にメディアのせん断応力が加わる事によって扁平化され、その結果として微細な粉末が更に肉薄化されるので、粉末の厚さ分布が広がると共に、その分布が2つの厚さ群の分布に分かれる場合がある。

【0 0 2 2】

この粉末の内部を環流する渦電流の発生が、このような二極化した広い厚さ分布をもつ粉末の分布の中に存在するような場合には、大きな粉末が渦電流による緩やかな透磁率分散をもたらすと共に、薄く扁平な形状をもつ粉末が磁気共鳴をもたらすので、単一の組成をもつひとつの出発原料粉末で、本発明の目的とする虚部透磁率分散が得られる。

【0 0 2 3】

次に、第三の方法について述べる。粉末の組成が、ほぼ均一で、単調な粒度分布をもつ粉末においても2つの磁気共鳴が出現する場合がある。この現象は、磁歪定数が零でない磁性粉末、例えば Fe_3O_4 (マグネタイト) や、ボールミルでせん断応力を加える事などで組成ずれが生じ、その結果、磁歪定数が零で無くなった微細な扁平状金属粉末などにおいても、粉末の表面積がある程度の大きさになると現われてくる表面磁気異方性によるものであると考えられ、本発明者らによってその詳細が示されている (特開 2 0 0 1 - 2 1 0 5 1 0、S. Yoshida, M. Sato, E. Sugawara and Y. Shimada: J. Appl. Phys., 85, 8, 4636 (1999))

。

【 0 0 2 4 】

この表面磁気異方性に起因すると考えられる 2 つの磁気共鳴の発現については、粉末単位重量あたりの表面積の大きさが支配的な要因であるが、表面磁気異方性をもたらす他の要因、例えば磁気弾性効果の大きさ、即ち、磁歪定数の大きさや、粉末に残留する歪みの大きさによっても 2 つの共鳴が発現する表面積が異なってくるので、その値を特定して示すのは困難である。

【 0 0 2 5 】

しかしながら、大きな磁気弾性効果による異方性を有する粉末ほど、2 つの磁気共鳴が現われる表面積は小さくなる傾向が認められている。したがって、ボールミルなどで機械的に摩砕され偏平化された粉末では、摩砕による残留応力がかかなり大きいと考えられるので、比較的小さな表面積で 2 つの共鳴が認められる場合が多い。

【 0 0 2 6 】

以上、本発明の目的とする周波数の増加に対して虚部透磁率が急峻に立ち上がり、その後、緩やかに減少する分散を得るための 3 つの方法を述べたが、原料として用いる磁性粉末の性状や目的とする虚部透磁率の分散周波数領域に応じて、それらに最適な方法を用いれば良い。

【 0 0 2 7 】

本発明の目的とするところは、従前の磁気損失体が虚部透磁率 μ'' の分散プロファイルをその用途である電磁ノイズの抑制に必要な電氣的な要請からは設計されてはおらず、したがって従来の例では電磁ノイズ対策に最適な μ'' の設計がなされていない現状に対して、より効果の大きい電磁ノイズ対策用の磁気損失体と、その製造方法を提供することにある。

【 0 0 2 8 】

すなわち、図 1 に示すように、電磁ノイズすなわち不要な高周波電流の流れる伝送線路の直近に磁気損失体を配置すると、線路と磁気損失体が誘導的に結合し、その結果、線路に周波数選択性をもつ等価抵抗が付与され、図 2 (a) に示す線路の等価回路が図 2 (b) のように変化する。ここで、磁気損失体によって線

路に付与される等価抵抗の大きさは、虚部透磁率 μ'' と周波数 f との積 $\mu'' \cdot f$ に依存することが確認できている。

【0 0 2 9】

したがって、図 3 (a) に示すような、信号周波数領域では抵抗 $R \approx 0$ であって、ノイズ周波数領域では大きな抵抗 R が線路に付与されることが好ましいので、望ましい虚部透磁率の分散プロファイルは、図 3 (b) に示すような、周波数の上昇に対して急峻に立ち上がり、その後緩やかに減少する分散を示すことが理想的である。

【0 0 3 0】

すなわち、本発明は、磁気損失体に互いに周波数領域の異なる 2 つの磁気損失をもたせることで、急峻に立ち上がり緩やかに減少する虚部透磁率の分散プロファイルを得る手段を提供するものである。

【0 0 3 1】

本発明によれば、虚部透磁率 μ'' の周波数分散が、分散周波数領域の異なる少なくとも 2 つの分散要素からなり、高周波側の分散 D_1 が渦電流による分散であり、低周波側の分散 D_2 が磁気共鳴による分散である磁気損失体を得られる。

【0 0 3 2】

また、本発明によれば、虚部透磁率 μ'' の周波数分散が、分散周波数領域の異なる少なくとも 2 つの分散要素からなり、高周波側の分散 D_1 および低周波側の分散 D_2 が共に磁気共鳴による分散である磁気損失体を得られる。

【0 0 3 3】

また、本発明によれば、虚部透磁率 μ'' の分散 D_1 と D_2 の各々の最大値 $\mu''_{\max(D_1)}$ 及び $\mu''_{\max(D_2)}$ の関係が、 $\mu''_{\max(D_2)} \geq \mu''_{\max(D_1)}$ である磁気損失体を得られる。

【0 0 3 4】

また、本発明によれば、虚部透磁率 μ'' の分散 D_1 と D_2 の各々が最大値をとる周波数 $f_{r''_{\max(D_1)}}$ および $f_{r''_{\max(D_2)}}$ の差 $\Delta f_{r''} = f_{r''_{\max(D_1)}} - f_{r''_{\max(D_2)}}$ が、2 つの分散 D_1 と D_2 の半値幅 D_{150} および D_{250} に対して、 $\Delta f_{r''} \leq D_{150}$ あるいは $\Delta f_{r''} \leq D_{250}$ のいずれかが成り

立つ関係にある磁気損失体が得られる。

【 0 0 3 5 】

また、本発明によれば、単一種の組成と単調な粒度分布を有する磁性金属粉末からなり、互いに異なる大きさの 2 つの異方性磁界 (H_k) を有する磁気損失体を得られる。

【 0 0 3 6 】

また、本発明によれば、磁性金属粉末と結合剤からなる磁気損失体を得られる。

【 0 0 3 7 】

また、本発明によれば、前記磁性金属粉末は、出発原料粉末が表皮厚さよりも大きな厚さまたは径を有する不定形状の磁性金属粉末であり、該出発原料粉末の摩砕により得られる、表皮深さよりも大きな厚さまたは径を有する不定形状ないし扁平形状の粒子群と、表皮深さよりも小さな厚さまたは径を有する不定形状ないし扁平形状の粒子群とを含むことを特徴とする磁気損失体を得られる。

【 0 0 3 8 】

また、本発明によれば、前記表皮深さよりも大きな厚さまたは径を有する不定形状ないし扁平形状の粒子群による虚部透磁率 μ'' の最大値を与える周波数 f_{r1} と、前記表皮深さよりも小さな厚さまたは径を有する不定形状ないし扁平形状の粒子群による虚部透磁率 μ'' の最大値を与える周波数 f_{r2} との間に、 $f_{r1} \geq f_{r2}$ なる関係を有することを特徴とする磁気損失体を得られる。

【 0 0 3 9 】

また、本発明によれば、表皮厚さよりも大きな厚さまたは径を有する不定形状の磁性金属粉末に、摩砕加工を施すことにより、表皮深さよりも大きな厚さまたは径を有する不定形状ないし扁平形状の粒子群と、表皮深さよりも小さな厚さまたは径を有する不定形状ないし扁平形状の粒子群からなる磁性金属粉末とする工程と、前記磨砕加工を施した磁性金属粉末と、高分子化合物を含む結合剤とを混合、混練して混和物とする工程と、前記混和物を成形する工程を含むことを特徴とする磁気損失体の製造方法が得られる。

【 0 0 4 0 】

【発明の実施の形態】

本発明において用いることの出来る磁性体としては、高周波透磁率の大きな珪素鋼、鉄アルミ珪素合金（センダスト）、鉄ニッケル合金（パーマロイ）或いはアモルファス合金等の金属軟磁性材料を代表として挙げる事が出来る。本発明の磁気損失体を得るために用いる磁性粉末としては、これらを粉碎、延伸～引裂加工或いはアトマイズ造粒等により粉末化したもの、あるいはこれらの粉末をボールミルなどのメディア攪拌型粉碎機により扁平状に加工した粉末を用いる事が出来る。また、本発明には、これらの粉末を焼鈍処理したものも用いる事が出来る。

【0 0 4 1】

また、本発明で用いる事の出来る磁性体にはスピネル型フェライト、プレーナ型フェライト、ヘマタイト、マグネタイト、マグヘマイト等の酸化物軟磁性体もあり、これらの粉末を用いて所望の磁気損失体を得ることも出来る。

【0 0 4 2】

また、本発明の磁気損失体を得るための副材料として用いる結合剤には、電子回路近傍での利用を考慮し、優れた可撓性及び難燃性を得ることが出来る塩素化ポリエチレンが好適であるが、それ以外に用いる事の出来る有機結合剤としては、ポリエステル系樹脂、ポリエチレン樹脂、ポリ塩化ビニル系樹脂、ポリビニルブチラール樹脂、ポリウレタン樹脂、セルロース系樹脂、ABS樹脂、ニトリルブタジエン系ゴム、スチレンーブタジエン系ゴム、シリコーンゴム等の熱可塑性樹脂或いはそれらの共重合体、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、アミド系樹脂、及びイミド系樹脂等の熱硬化性樹脂等を挙げる事が出来る。

【0 0 4 3】

以上述べた本発明に必須の構成要素である磁性粉末と結合剤を混練、分散し磁気損失体を得る手段には特に制限はなく、用いる結合剤の性質や工程の容易さを基準に好ましい方法を選択すればよい。

【0 0 4 4】**【実施例】**

以下、本発明についていくつかの実施例に基づき具体的に説明する。

【 0 0 4 5 】

(実施例 1)

はじめに、磁気損失体透磁率の周波数特性に 2 つの分散をもたらし、急峻に立ち上がり緩やかに減少する虚部透磁率の分散プロファイルを得るための前記した 3 つの方法のうち、前記第一の方法の実施例について説明する。

【 0 0 4 6 】

まず、原料磁性体として、次の 2 つの粉末を用意した。

a：水アトマイズ法により作製した涙滴形状をもつ平均粒径 $20\ \mu\text{m}$ の鉄－アルミニウム－珪素（ $10\ \text{wt}\% \text{Si} - 6\ \text{wt}\% \text{Al} - \text{残部 Fe}$ ）合金粉末。

b：出発原料に平均粒径 $30\ \mu\text{m}$ の水アトマイズ鉄－アルミニウム－珪素（ $10\ \text{wt}\% \text{Si} - 6\ \text{wt}\% \text{Al} - \text{残部 Fe}$ ）合金粉末を用い、これをアトライタで湿式摩砕加工することにより得られた扁平状鉄－アルミニウム－珪素合金粉末。

【 0 0 4 7 】

これら 2 つの粉末を Ar ガス雰囲気下にて 650°C で 3 時間焼鈍処理した後、表 1 の配合で軟磁性体ペーストを調合し、これをドクターブレード法により製膜し、熱プレスをした後に 85°C にて 24 時間キュアリングを行い、本発明の実施例 1 の試料を得た。

【 0 0 4 8 】

【表 1】

成 分	配合比
涙滴状鉄－アルミニウム－珪素合金粉末 a	20 重量部
扁平状鉄－アルミニウム－珪素合金粉末 b	80 重量部
塩素化ポリエチレン樹脂	10 重量部
溶剤（トルエン）	50 重量部
合 計	160 重量部

【 0 0 4 9 】

(実施例 2)

次に、前記第二の方法による実施例について説明する。出発原料粉末として、鉄－アルミニウム－珪素合金インゴット（ $10\ \text{wt}\% \text{Si} - 6\ \text{wt}\% \text{Al} - \text{残部}$

F e) を用意し、これをスタンプ粉砕して平均粒径が $40\ \mu\text{m}$ の不定形状をもつ粗粉末を得た。得られた不定形状を有する鉄アルミ珪素粗粉末を n-ヘキサンと共にサンドグラインドミルに投入して 15 時間摩砕し、粉末試料 c を得た。得られた粉末 c の電子顕微鏡写真を図 4 に示す。

【 0 0 5 0 】

また、同粉末の体積加重厚さ分布および同粉末の焼鈍処理前後の表皮深さ δn および δa を図 5 に示す。図 4 および図 5 から、粉末 c が出発原料粗粉末の形状に近い粉末群と偏平な粉末群の 2 つ分布からなるとともに、粉末厚さ分布の範囲内に表皮深さ δn あるいは δa が存在していることがわかる。この粉末 c を用いて表 2 に示す組成で本発明の実施例 2 の試料を得た。

【 0 0 5 1 】

【表 2】

成 分	配合比
鉄-アルミニウム-珪素合金粉末 c	100 重量部
塩素化ポリエチレン樹脂	10 重量部
溶剤 (トルエン)	50 重量部
合 計	160 重量部

【 0 0 5 2 】

(実施例 3)

次に、前記第 3 の方法による実施例を示す。出発原料粉末として、センドスト組成 ($9.6\ \text{wt}\% \text{Si} - 5.4\ \text{wt}\% \text{Al} - \text{残部 Fe}$) よりも鉄の割合が多く、正の磁歪定数をもつ鉄-アルミニウム-珪素合金インゴット ($9.4\ \text{wt}\% \text{Si} - 5.3\ \text{wt}\% \text{Al} - \text{残部 Fe}$) を用意し、これをスタンプ粉砕して平均粒径が $40\ \mu\text{m}$ の不定形状をもつ粗粉末を得た。得られた不定形状を有する鉄-アルミニウム-珪素合金粗粉末を n-ヘキサンと共にサンドグラインドミルに投入して 100 時間摩砕し、B.E.T. 比表面積が $3.6\ \text{m}^2/\text{g}$ の微細な偏平状粉末試料 d を得た。この偏平状粉末試料 d を用いて表 3 に示す組成で本発明の実施例 3 の試料を得た。

【 0 0 5 3 】

【表 3】

成 分	配合比
扁平状鉄-アルミニウム-珪素合金粉末 d	1 0 0 重量部
塩素化ポリエチレン樹脂	1 0 重量部
溶剤 (トルエン)	5 0 重量部
合 計	1 6 0 重量部

【 0 0 5 4 】

次に、本発明の効果を従来技術と比較検証するための比較例を示す。

【 0 0 5 5 】

(比較例 1)

センドスト組成 (9.6 wt % Si - 5.4 wt % Al - 残部 Fe) を有し、B.E.T.比表面積が $0.17 \text{ m}^2 / \text{g}$ と比較的大きな扁平状鉄-珪素-アルミニウム合金粉末 e を用い、表 4 の配合で軟磁性体ペーストを調合し、実施例 1 の試料と同様な方法にて比較例 1 の試料を得た。

【 0 0 5 6 】

【表 4】

成 分	配合比
扁平状鉄-珪素-アルミニウム合金粉末 e	1 0 0 重量部
塩素化ポリエチレン樹脂	1 0 重量部
溶剤 (トルエン)	5 0 重量部
合 計	1 6 0 重量部

【 0 0 5 7 】

(比較例 2)

実施例 1 の試料で用いた 2 つの扁平状鉄珪素アルミ合金粉末のうち、涙滴状の粉末 a のみを用い、表 5 の配合で軟磁性体ペーストを調合し、実施例 1 の試料と同様な方法にて比較例 2 の試料を得た。

【 0 0 5 8 】

【表 5】

成 分	配合比
涙滴状鉄-アルミニウム-珪素合金粉末 a	1 0 0 重量部
塩素化ポリエチレン樹脂	1 0 重量部
溶剤(シクロヘキサノンとトルエンの混合物)	5 0 重量部
合 計	1 6 0 重量部

【 0 0 5 9 】

以上説明した本発明の実施試料について、磁気損失体としての性能を検証するにあたり、透磁率の周波数依存性 ($\mu - f$ 特性) 及び伝導ノイズ抑制効果を調べた。ここで、 $\mu - f$ 特性の測定には、トロイダル形状に加工された磁気損失体試料を用いた。これを 1 ターンコイルを形成するテストフィクスチャに挿入し、インピーダンスを計測することにより周波数 1 M H z から 3 G H z までの実部透磁率 μ' 及び虚部透磁率 μ'' を求めた。

【 0 0 6 0 】

一方、伝導ノイズ抑制効果の検証は、図 6 に示されるマイクロストリップ線路とネットワークアナライザにより構成される評価系により行い、厚さ 2 m m で一辺の長さが 2 0 m m の磁気損失体試料をマイクロストリップ線路の中央付近に密着配置させ、このときの伝送特性 S_{11} 、 S_{21} および伝送特性から、次式によりロス特性 P_{loss} を求めた。

$$P_{loss} = 1 - [(\Gamma)^2 + (T)^2]$$

ここで、 $S_{11} = 2 0 \log |\Gamma|$ 、 $S_{21} = 2 0 \log |T|$ である。

【 0 0 6 1 】

まず、本発明の実施例 1 の試料、実施例 2 の試料、実施例 3 の試料、及び比較例 1 の試料、比較例 2 の試料の、各々の $\mu - f$ 特性を図 7 ～図 1 1 に示す。図 7、図 8 および図 9 は、各々本発明の実施例 1 の試料、実施例 2 の試料、及び実施例 3 の試料の $\mu - f$ 特性であり、いずれの試料についても、互いに周波数領域の異なる 2 つの虚部透磁率分散の発現によって急峻に立ち上がり、その後、緩やか

に減衰する虚部透磁率分散プロファイルが得られている。

【 0 0 6 2 】

一方、2つの比較試料においては、比較例1の試料では磁気共鳴により急峻な立ち上がりが実現されているものの、虚部透磁率が最大を示した後に、虚部透磁率が急激に減少している。また、比較例2の試料では、渦電流の粒子内還流によると推定される緩和型の分散が見られており、虚部透磁率の立ち上がりが緩やかな為、周波数領域分離を利用する電磁ノイズの抑制には不向きである。

【 0 0 6 3 】

以上に述べたような虚部透磁率分散を有する実施試料および比較試料を用いて、実際に伝導ノイズ抑制効果 P_{loss} の周波数依存性（周波数 1 MHz ~ 5 GHz）を調べた。実施例1～3の試料の P_{loss} の周波数依存性を、図12～図14に、同様に、比較例1, 2の試料の P_{loss} の周波数依存性を、図15～図16に各々示す。

【 0 0 6 4 】

これらの図から、本発明の効果が明白である。すなわち、本発明の実施試料では、伝導ノイズ抑制の大きさ P_{loss} が大きな値をとる周波数領域こそ相違があるものの、いずれの試料においても、 P_{loss} が急峻に立ち上がり、その後の減衰が少ない周波数特性を示している。

【 0 0 6 5 】

一方、比較例1の試料では、 P_{loss} が急峻に立ち上がるものの、最大値を示した後に大きく減少してしまう。また、比較例2の試料では、 P_{loss} の変化が穏やかであり、信号とノイズを周波数領域分離するには不向きである。

【 0 0 6 6 】

【発明の効果】

以上、説明したように、本発明の磁気損失体は、急峻に立ち上がり緩やかに減少する虚部透磁率 μ'' の周波数分散を有しているために、伝導ノイズ抑制効果の指標である P_{loss} が急峻に立ち上がり、その後の減衰が少ない周波数特性が得られており、本発明によれば、信号に悪影響を与えることなくノイズ成分を効果的に減衰できる磁気損失体及びその製造方法が得られる。

【 0 0 6 7 】

本発明による磁気損失体は、不要電磁波の輻射抑制に効果の高い材料であり、電子部品、特に高速動作する能動素子や、高密度実装されたプリント配線基板等におけるノイズ防止に極めて有効である。

【図面の簡単な説明】**【図 1】**

不要な高周波電流の流れる伝送線路直近に磁気損失体を配置した例を示す図。

【図 2】

分布定数線路の等価回路、図 2 (a) は配置前を示す図、図 2 (b) は配置後を示す図。

【図 3】

等価抵抗成分と虚部透磁率 μ'' の周波数特性を示す図。図 3 (a) は、雑音分離に必要な等価抵抗成分の理想周波数特性を示す図、図 3 (b) は、磁気損失体の理想 μ'' プロファイルを示す図。

【図 4】

粉末試料 c の電子顕微鏡写真。

【図 5】

粉末試料 c の体積加重厚さ分布および同粉末の焼鈍処理前後の表皮深さ δ_n および δ_a を示す図。

【図 6】

伝導ノイズ抑制効果検証のための評価系を示す図。

【図 7】

本発明の実施例 1 の試料の $\mu - f$ 特性図。

【図 8】

本発明の実施例 2 の試料の $\mu - f$ 特性図。

【図 9】

本発明の実施例 3 の試料の $\mu - f$ 特性図。

【図 1 0】

比較例 1 の試料の $\mu - f$ 特性図。

【図 1 1】

比較例 2 の試料の $\mu - f$ 特性図。

【図 1 2】

実施例 1 の試料の P_{loss} の周波数依存性を示す図。

【図 1 3】

実施例 2 の試料の P_{loss} の周波数依存性を示す図。

【図 1 4】

実施例 3 の試料の P_{loss} の周波数依存性を示す図。

【図 1 5】

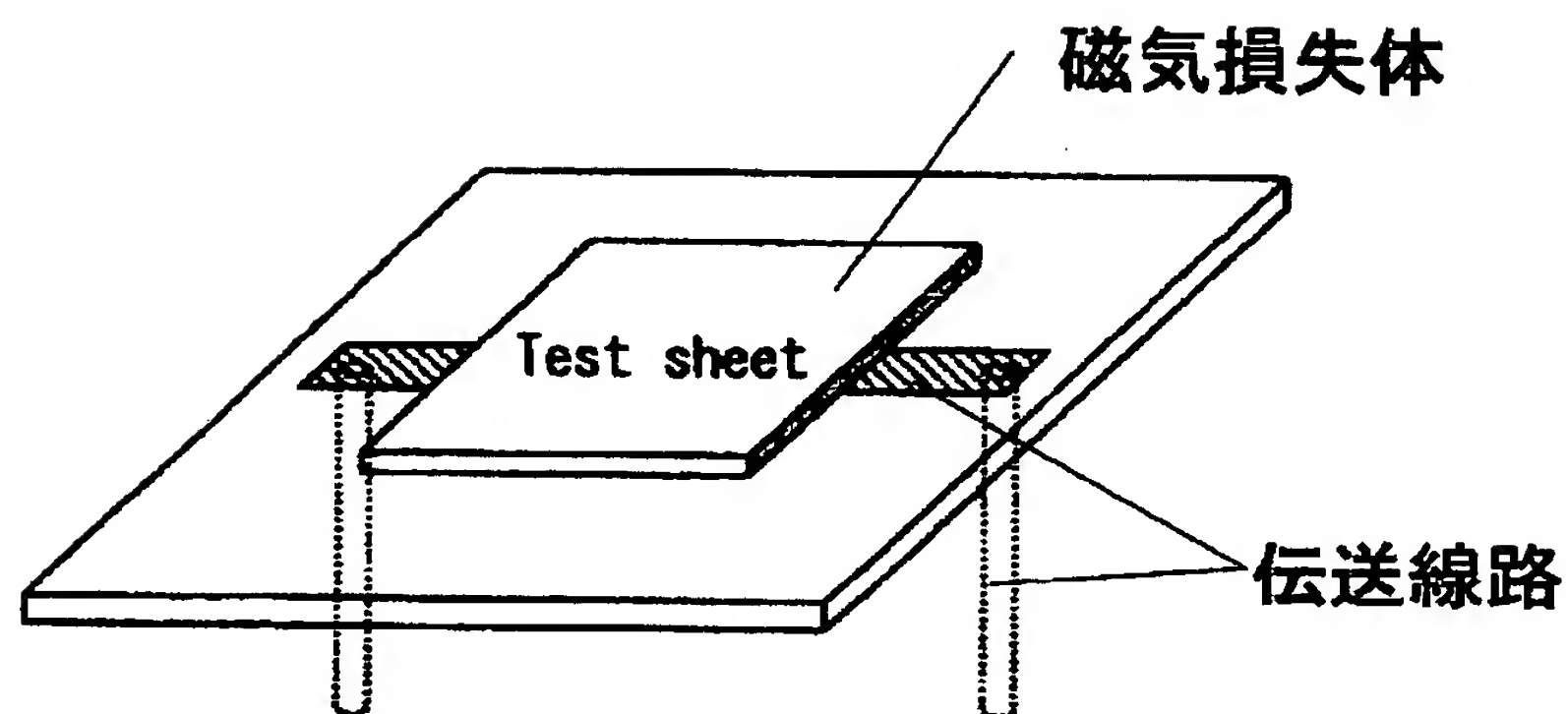
比較例 1 の試料の P_{loss} の周波数依存性を示す図。

【図 1 6】

比較例 2 の試料の P_{loss} の周波数依存性を示す図。

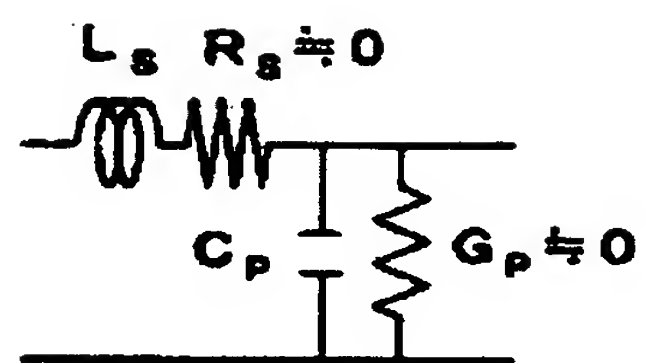
【書類名】 図面

【図 1】



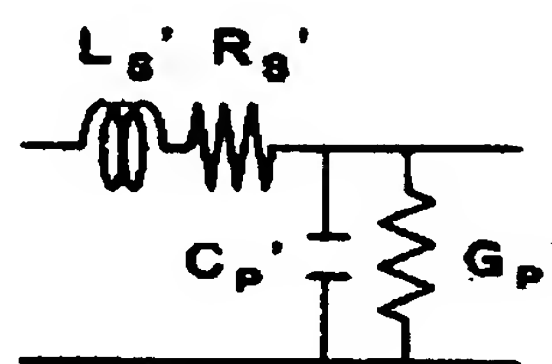
【図 2】

(a)



Without the test sheet

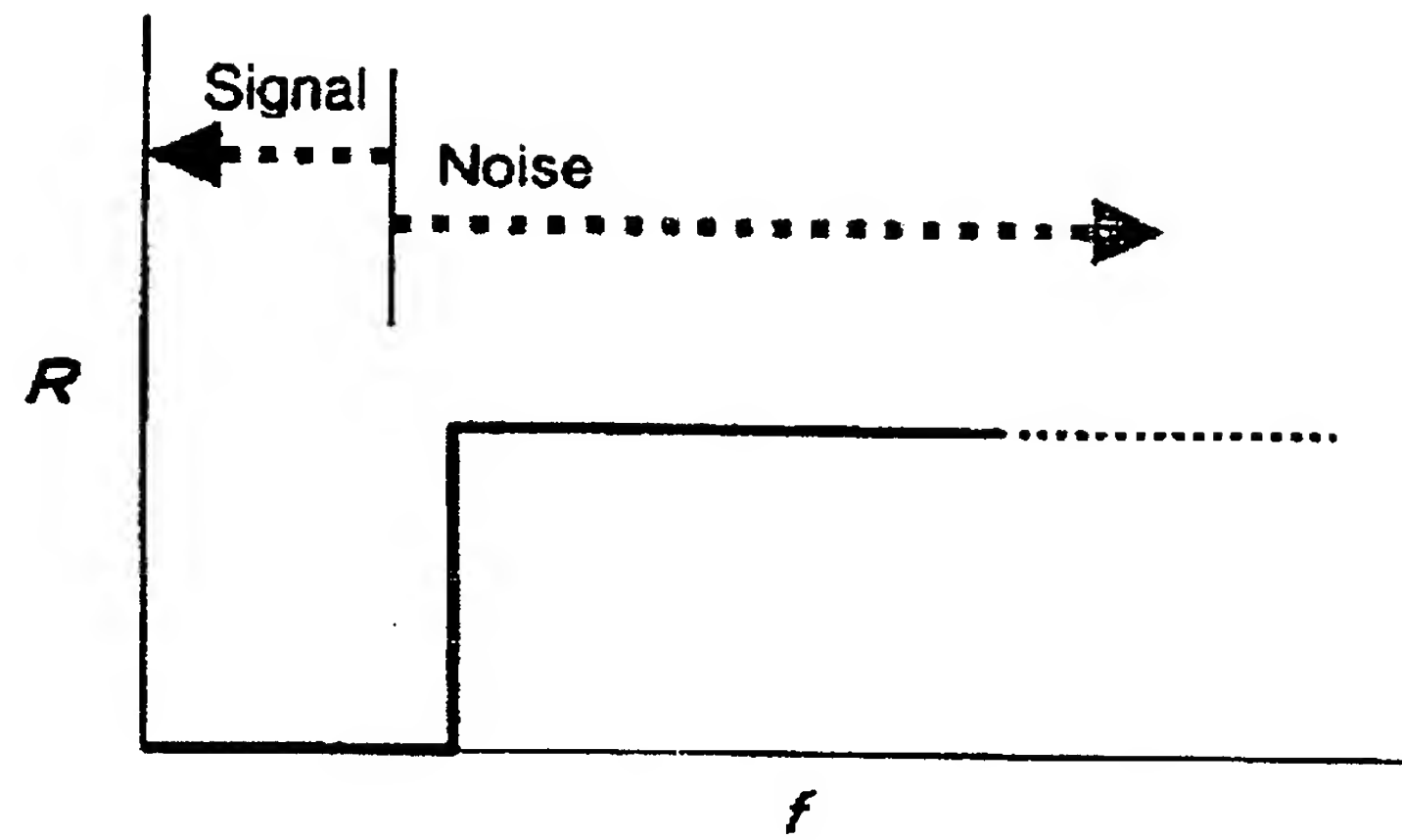
(b)



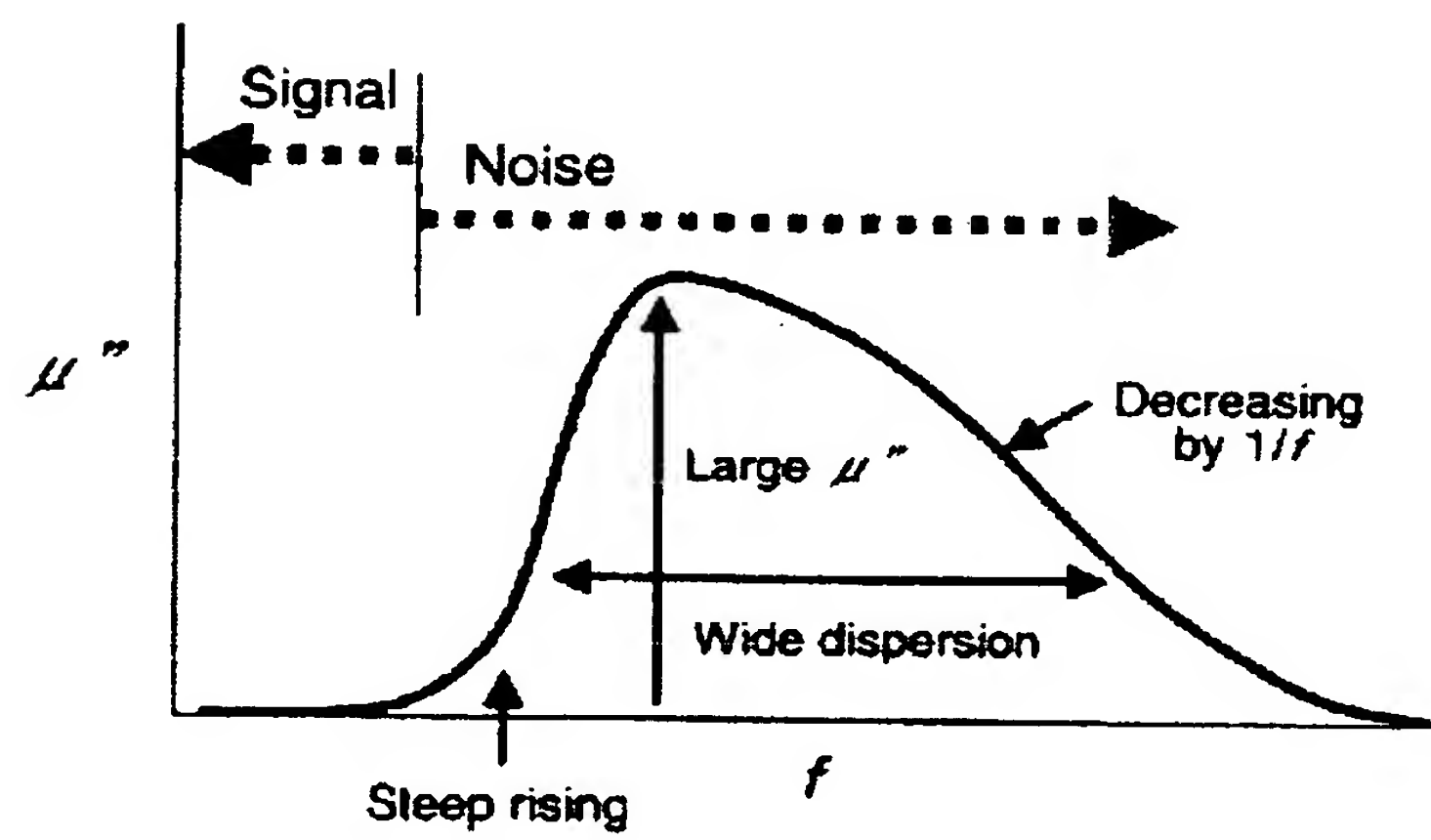
With the test sheet

【図 3】

(a)



(b)

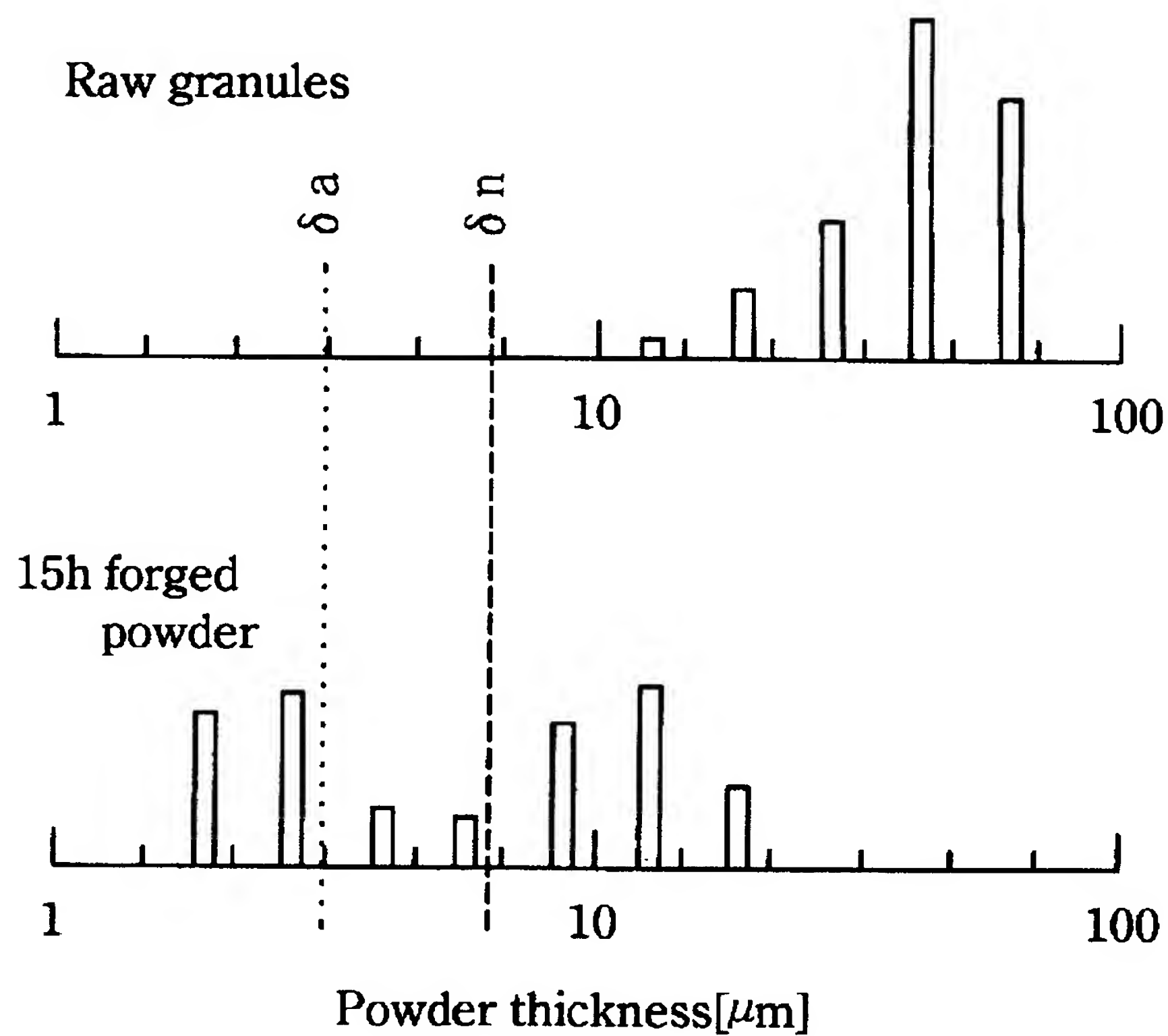


【図 4】



15h forged

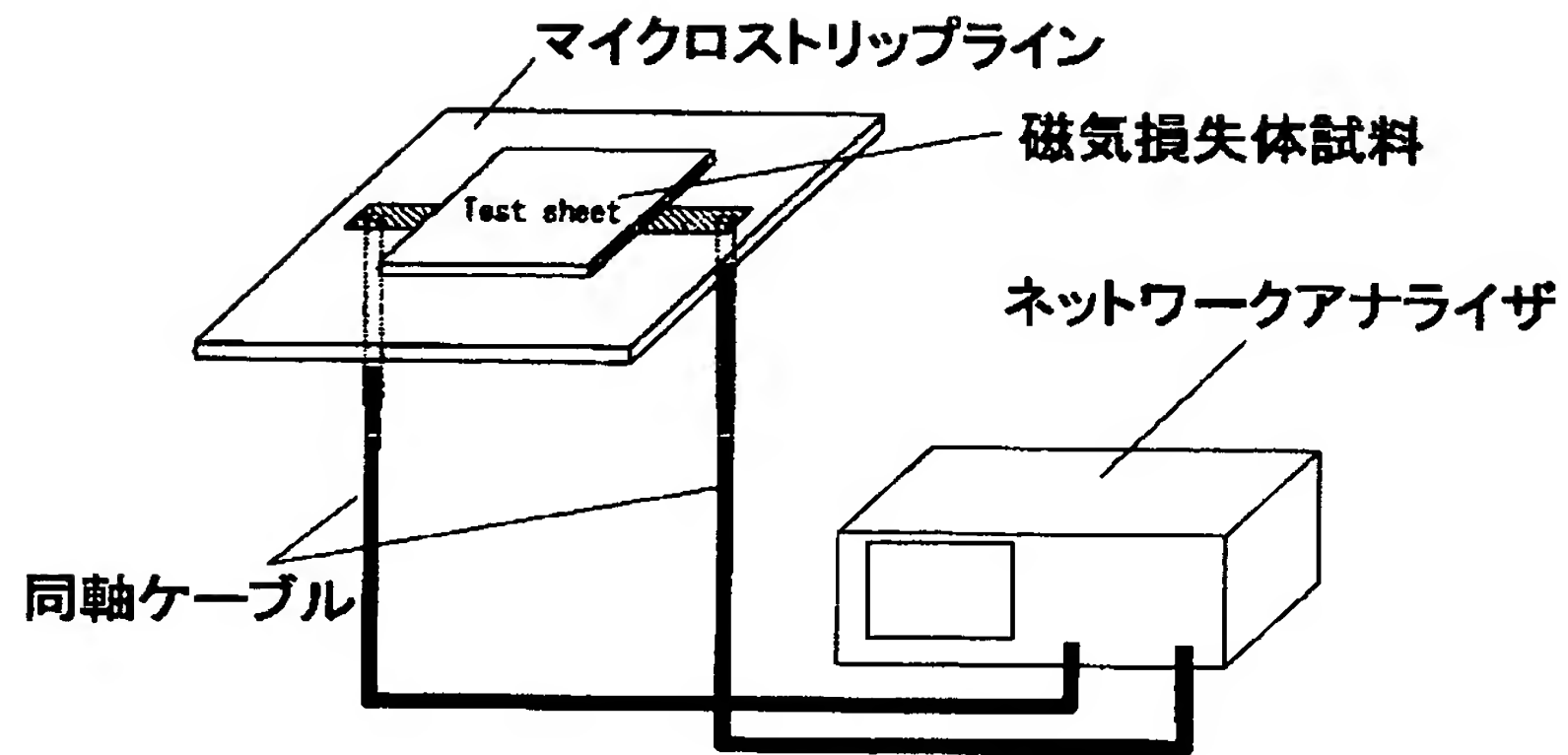
【図 5】



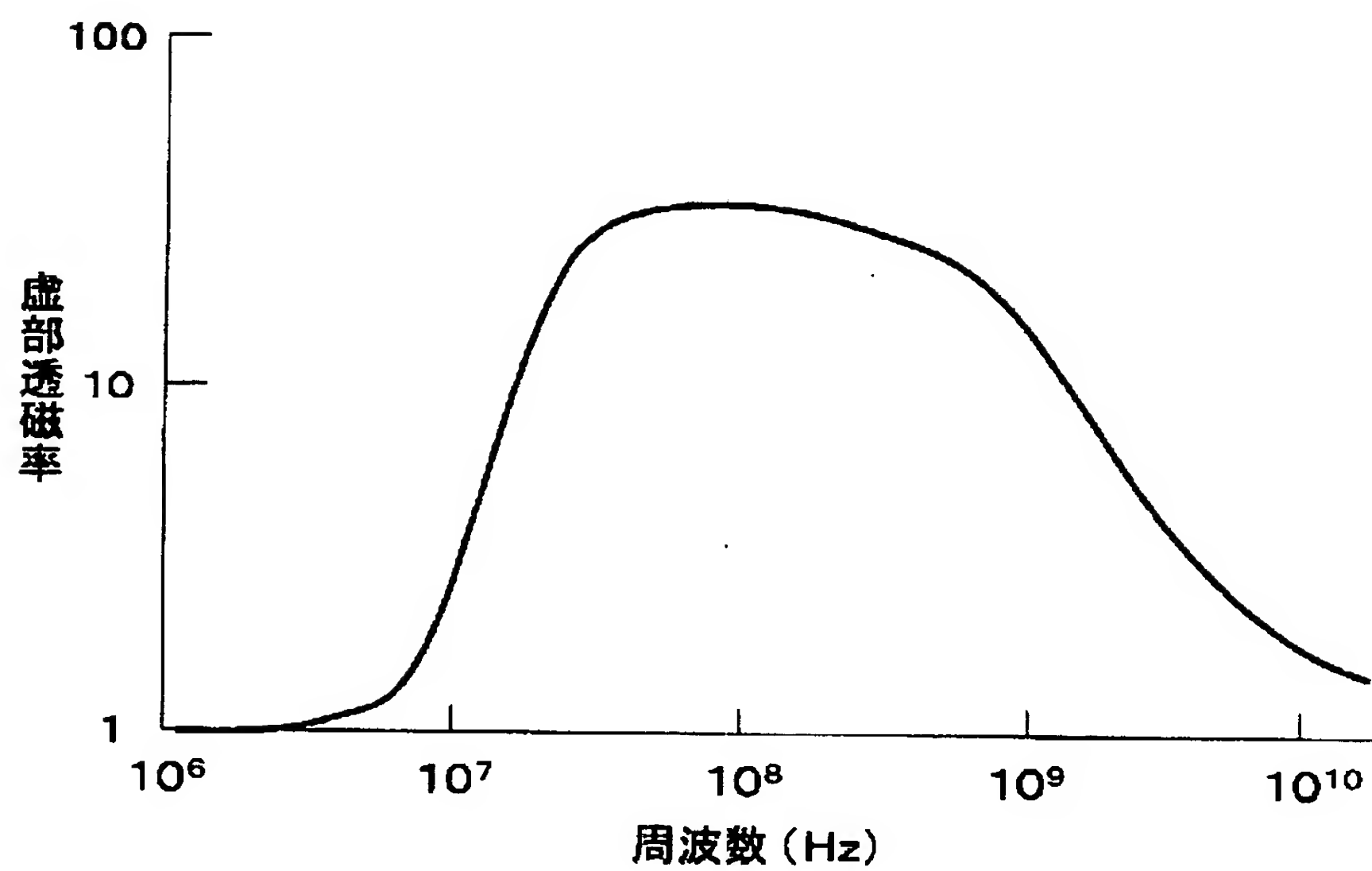
δn :Skin depth for 15h forged flakes before annealing at 100MHz.

δa :Skin depth for 15h forged flakes after annealing at 100MHz.

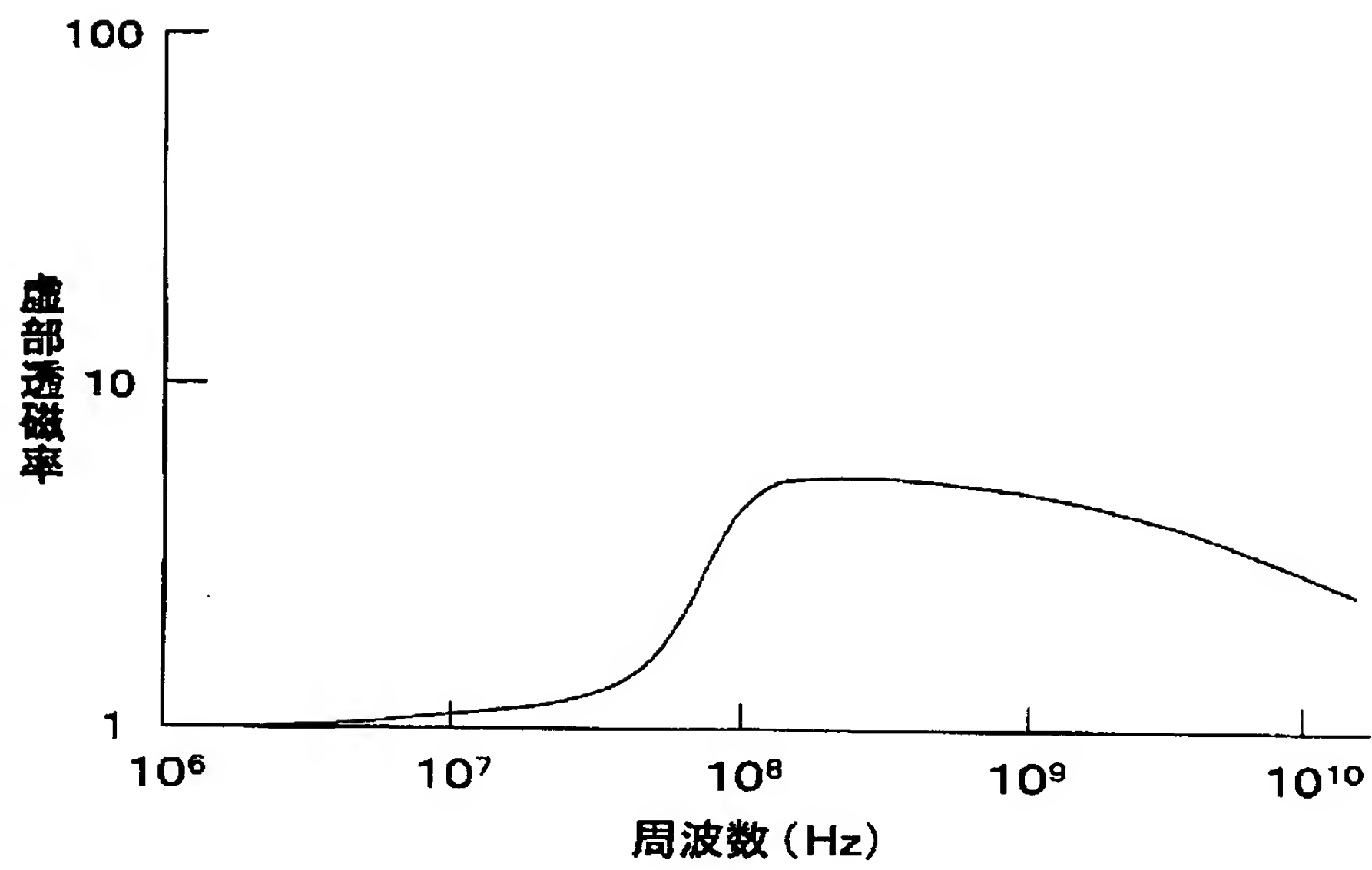
【図 6】



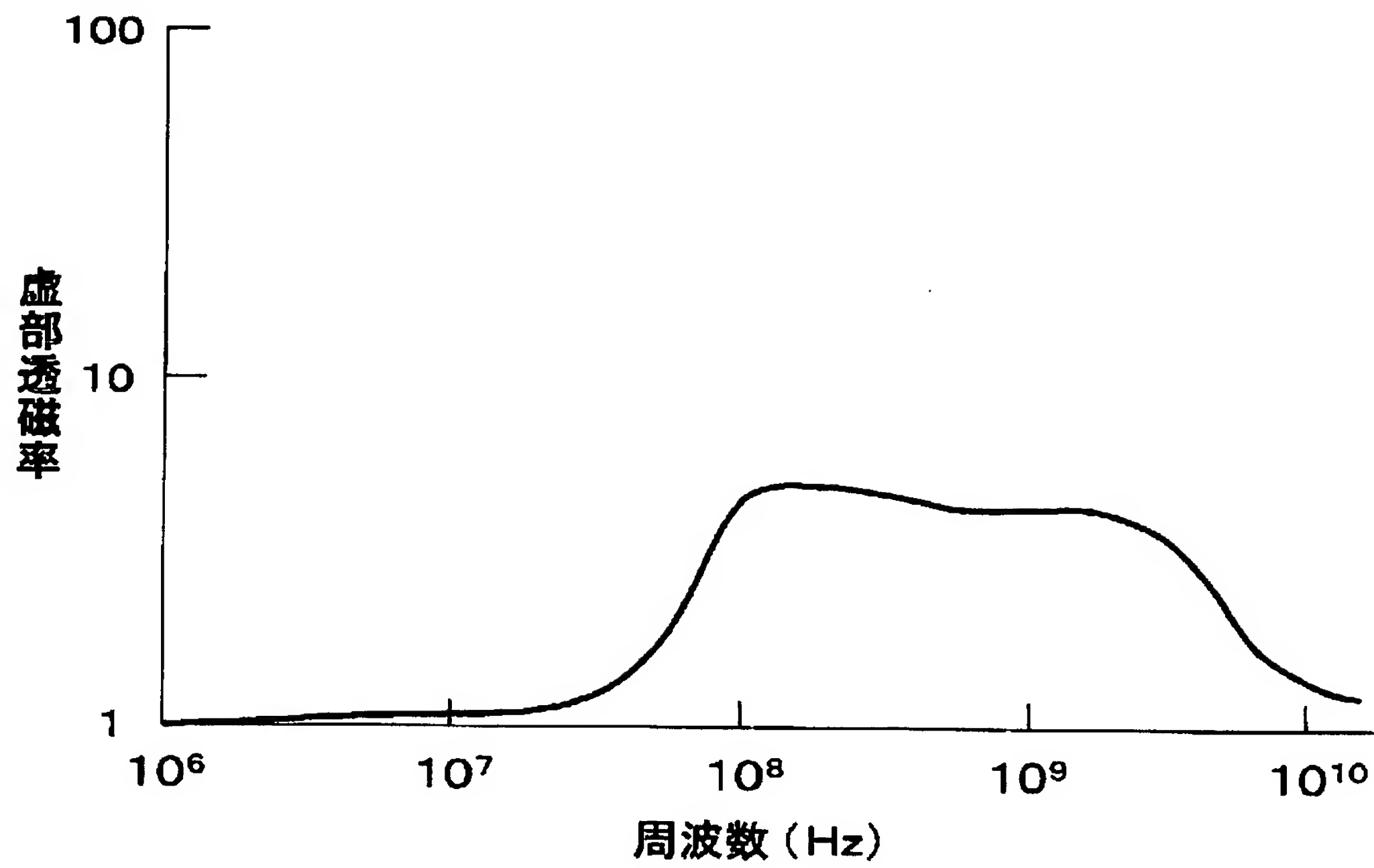
【図 7】



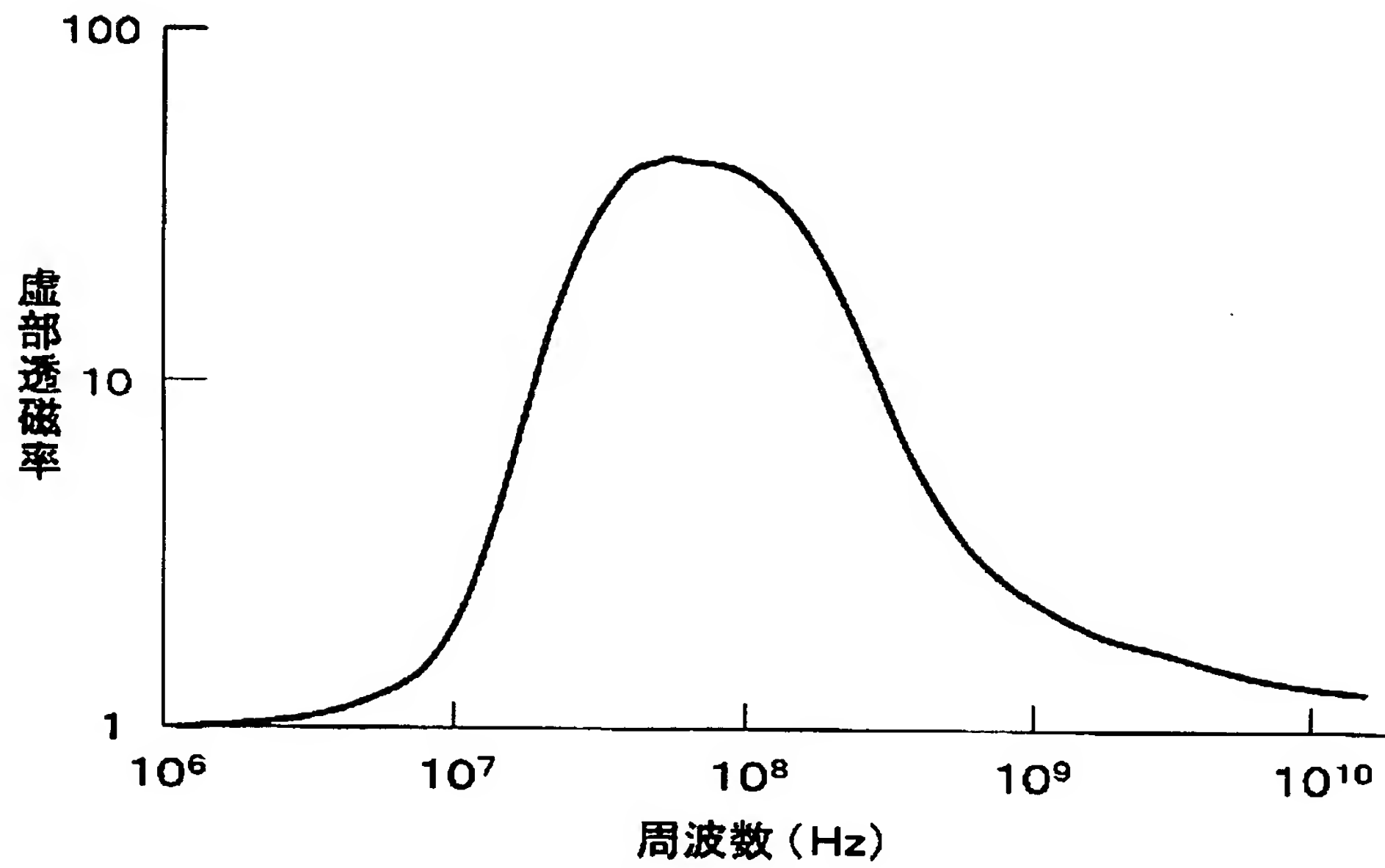
【図 8】



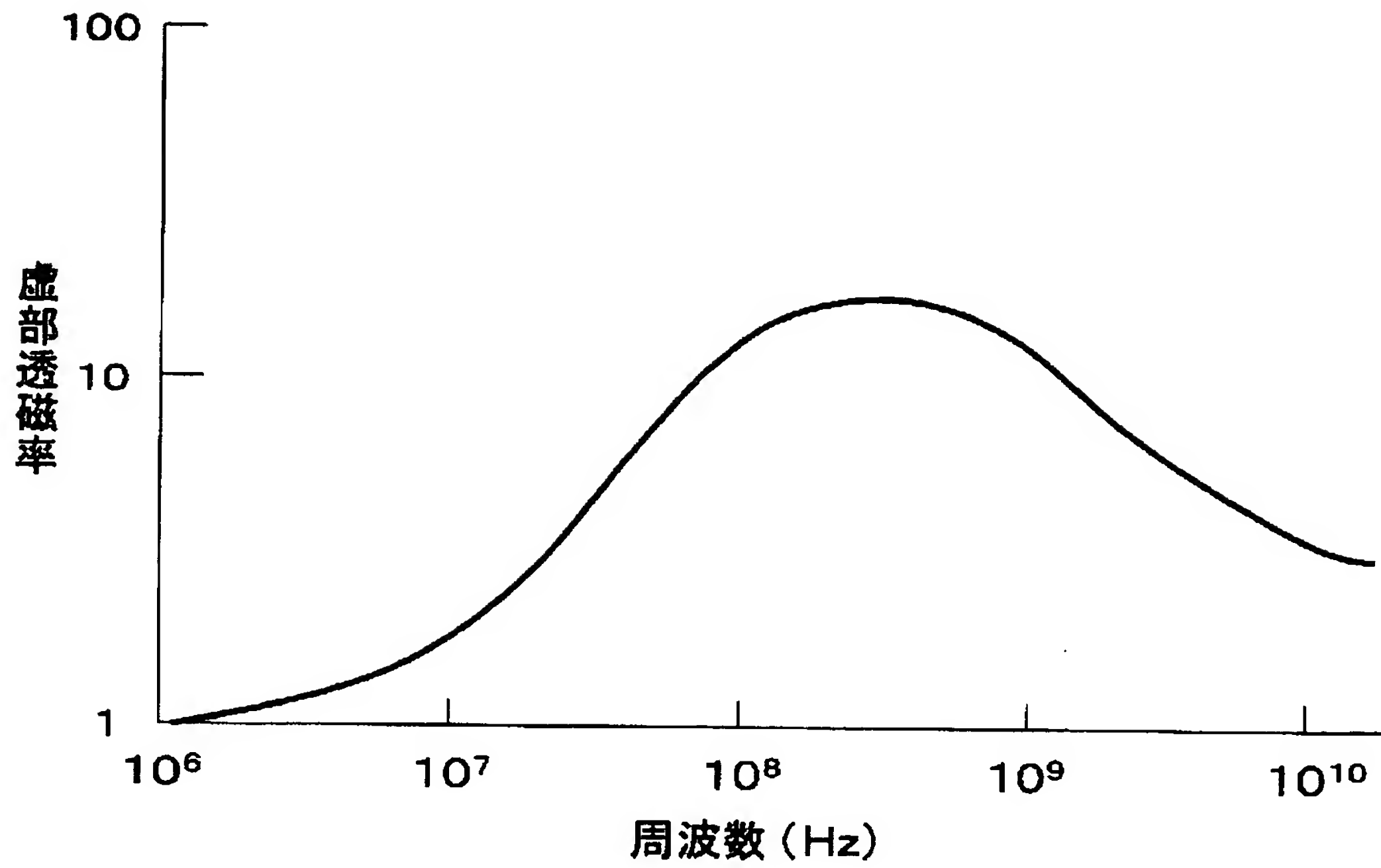
【図 9】



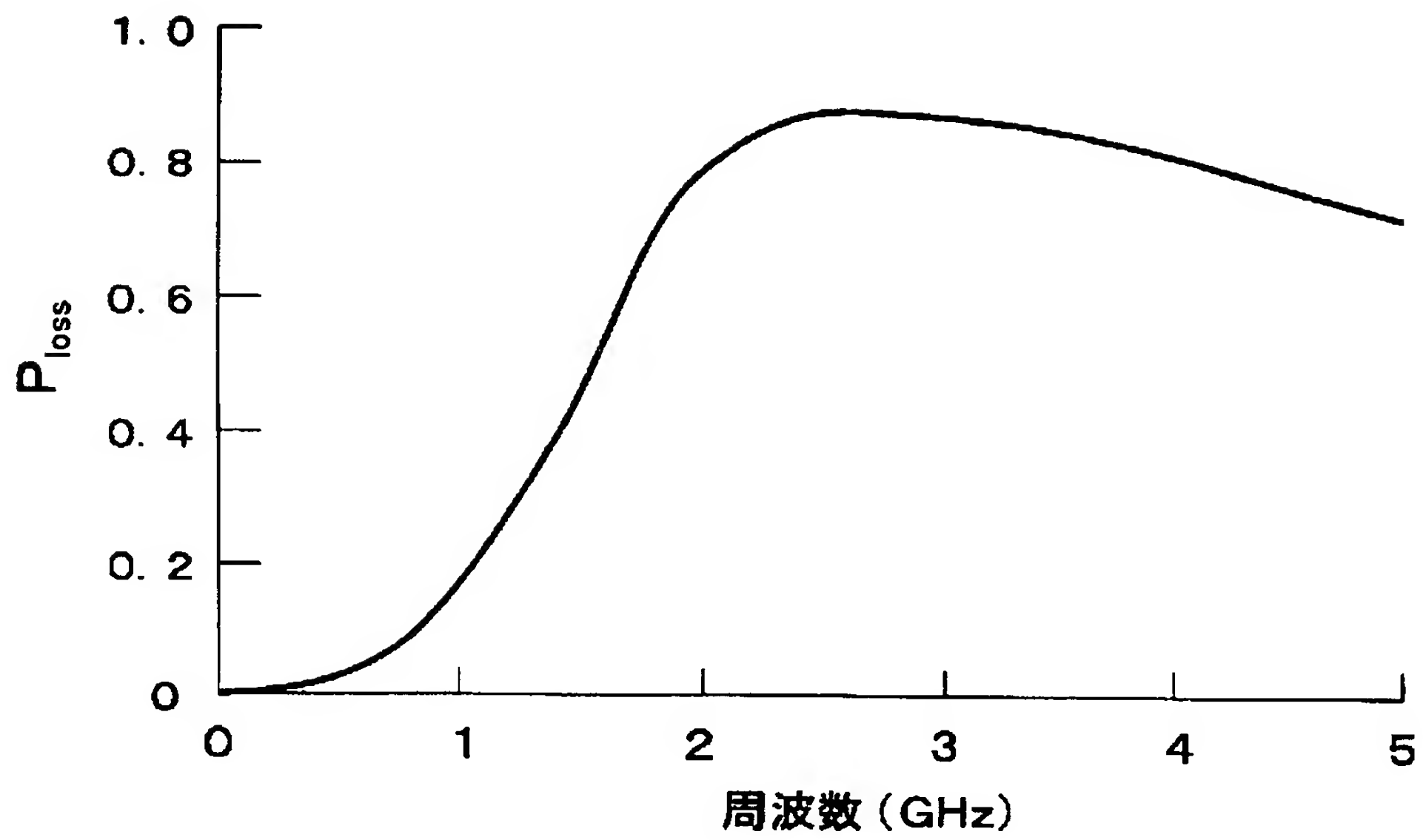
【図 1 0】



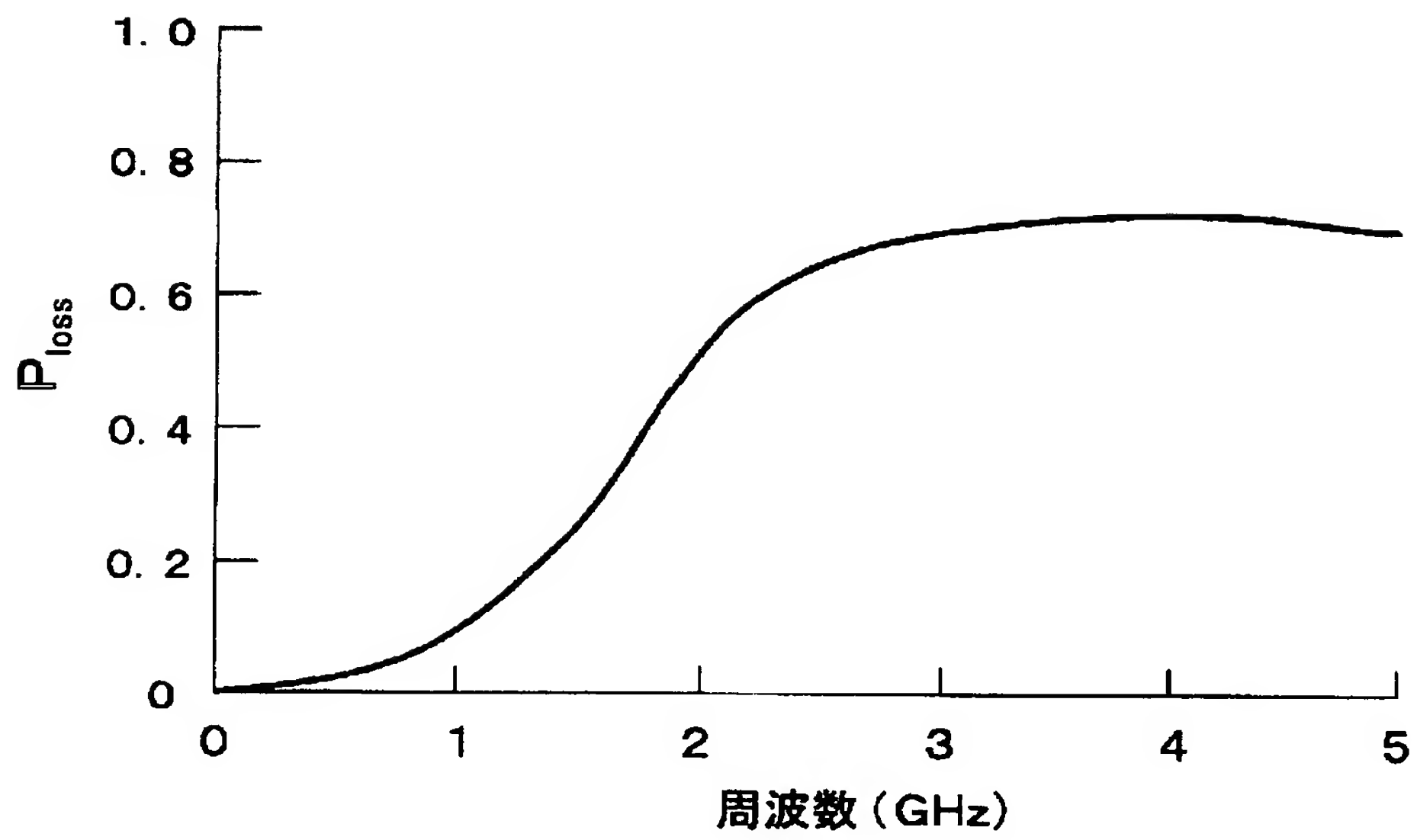
【図 1 1】



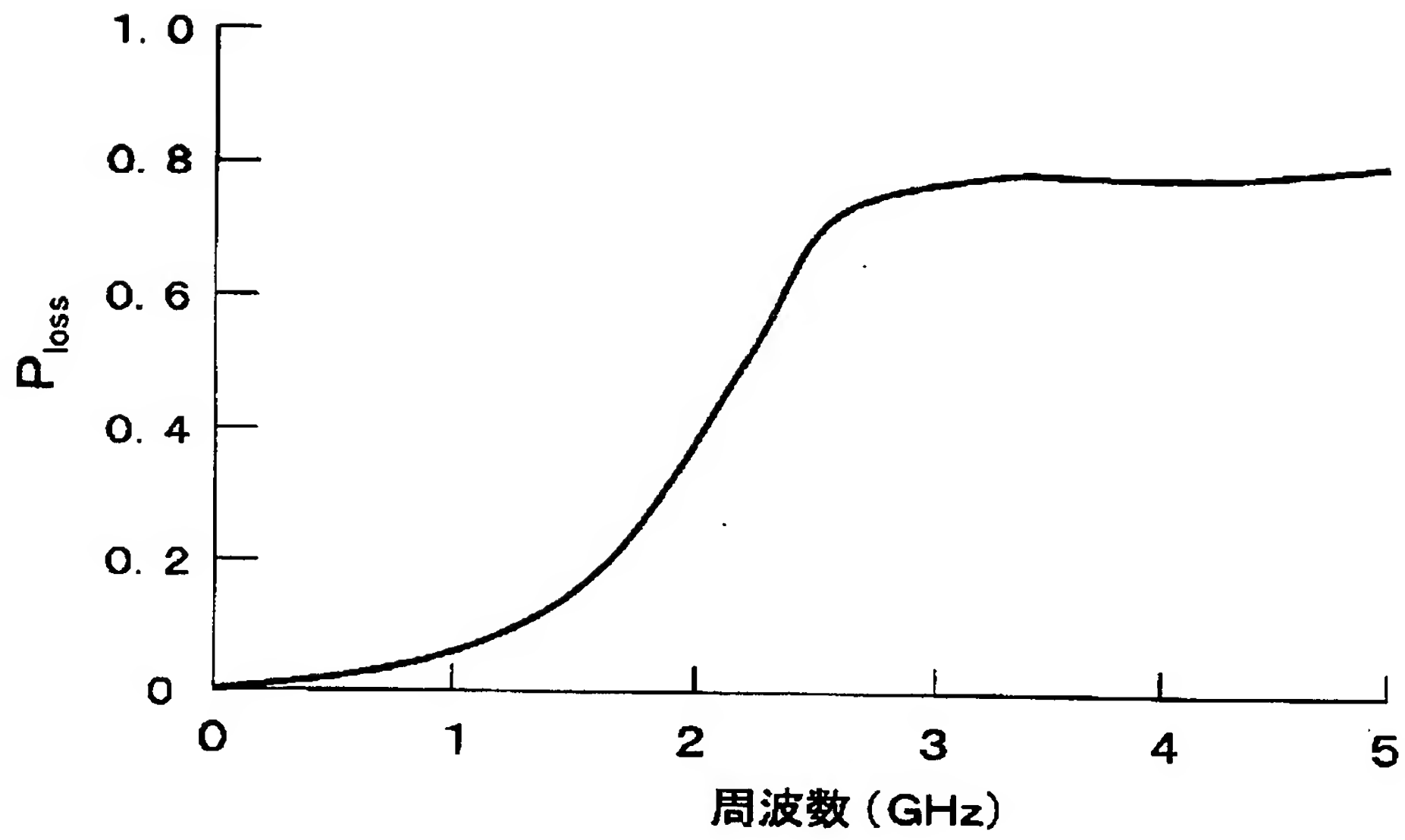
【図 1 2】



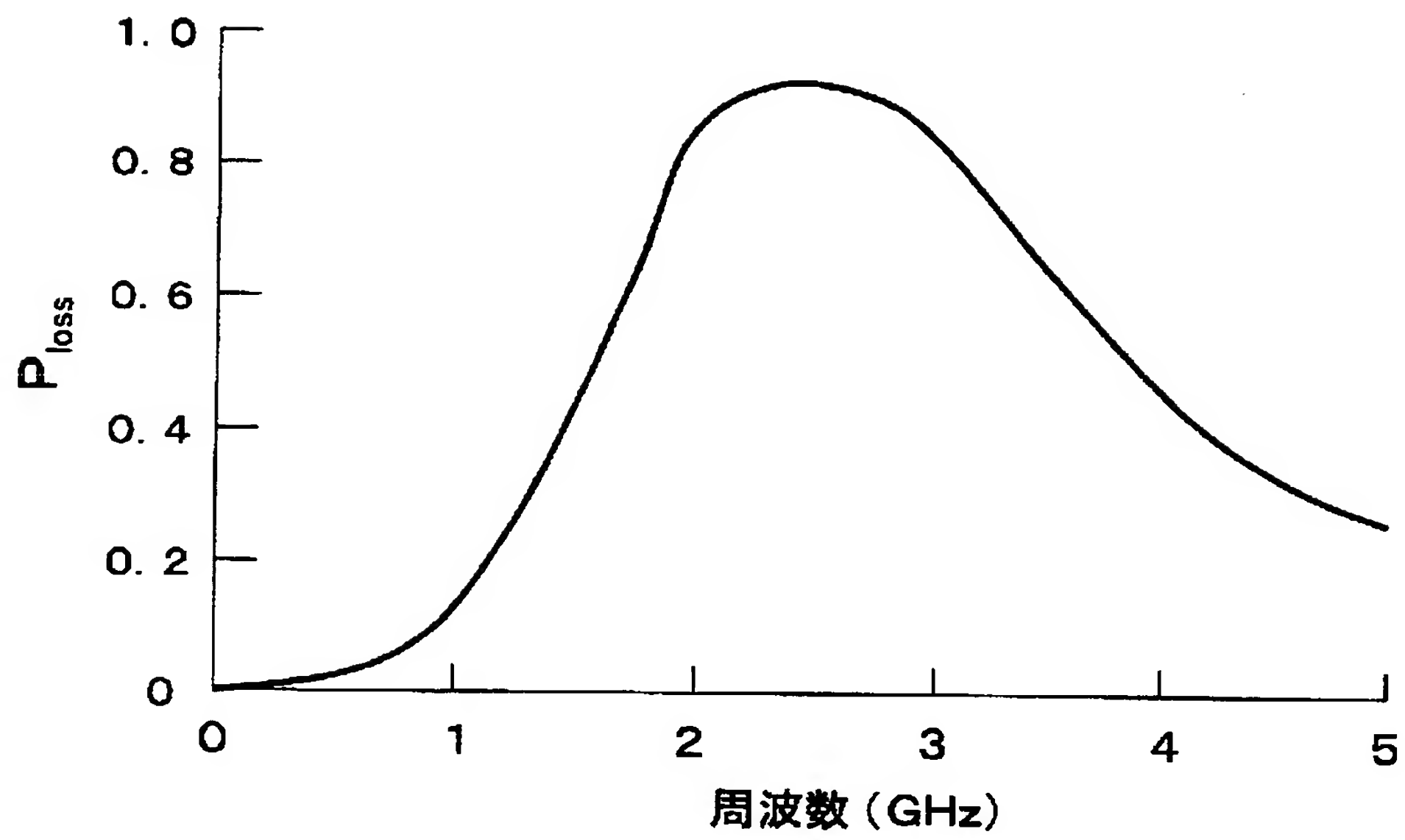
【図 1 3】



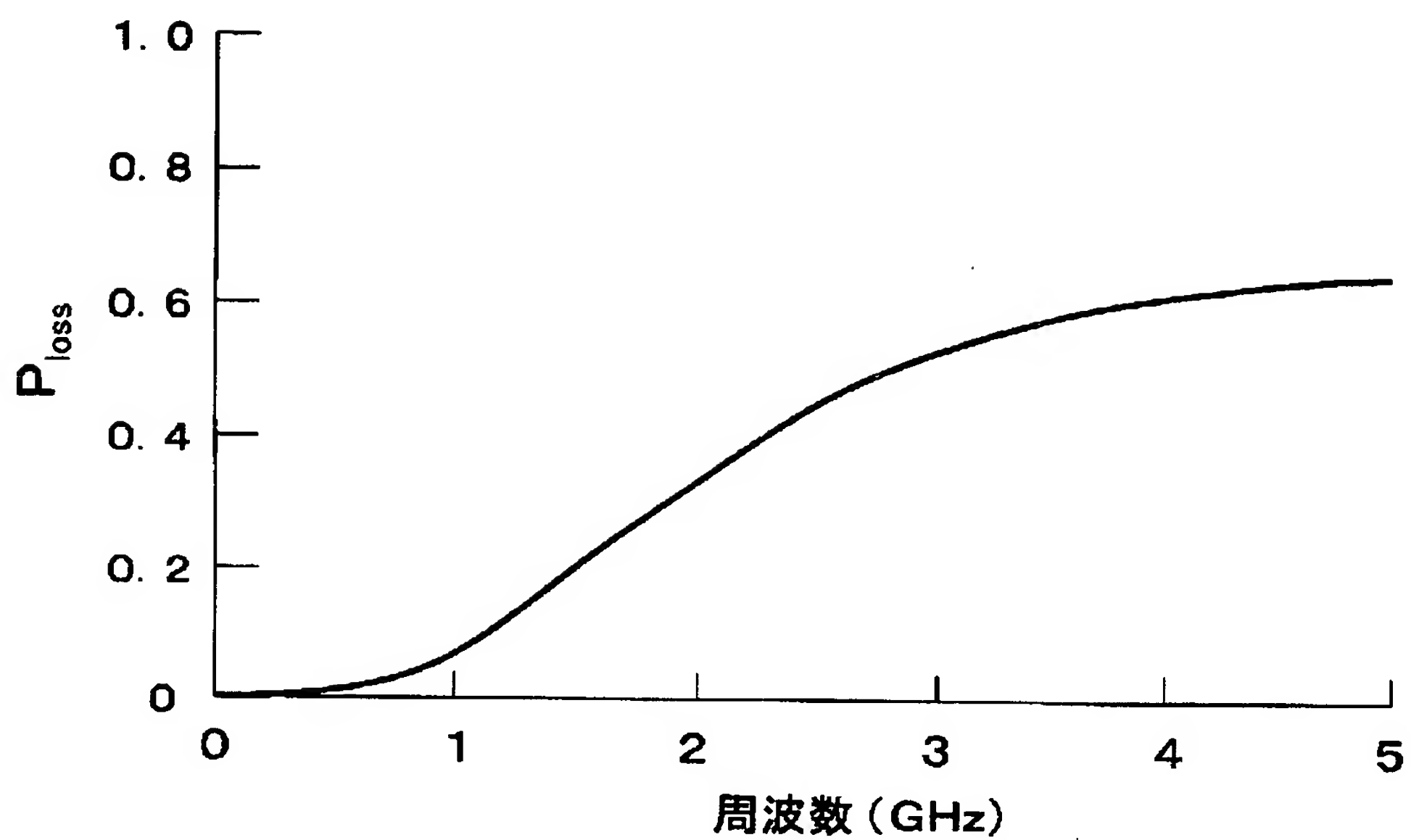
【図 14】



【図 1 5】



【図 1 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 磁気損失を利用して、広周波数帯域に亘る高周波不要輻射に、効果的に対処可能な磁気損失体と、その製造方法を提供すること。

【解決手段】 磁気損失体を構成する磁性粉末として、不定形の磁性粉末に摩砕加工を施したものをを用いる。磨砕加工により、表皮深さよりも大きな厚さまたは径を有する不定形状ないし扁平形状の粒子群と、表皮深さよりも小さな厚さまたは径を有する不定形状ないし扁平形状の粒子群を含む磁性粉末が得られ、磁性粉末に、大きな μ'' と不要輻射の周波数に見合った μ'' の周波数分散を付与することが可能となる。これを用いた磁気損失体は、広帯域の高周波不要輻射に対応できる。具体的な磁気損失体は、前記磁性粉末と結合剤との混和物を成形する方法などで、得ることができる。

【選択図】 なし

特願 2 0 0 2 - 2 5 2 3 5 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 1 3 4 2 5 7]

- | | |
|----------|--------------------------|
| 1. 変更年月日 | 2 0 0 2 年 4 月 1 日 |
| [変更理由] | 名称変更 |
| 住 所 | 宮城県仙台市太白区郡山 6 丁目 7 番 1 号 |
| 氏 名 | エヌイーシートーキン株式会社 |
| 2. 変更年月日 | 2 0 0 3 年 7 月 9 日 |
| [変更理由] | 名称変更 |
| 住 所 | 宮城県仙台市太白区郡山 6 丁目 7 番 1 号 |
| 氏 名 | N E C トーキン株式会社 |